

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-024289

(43)Date of publication of application : 26.01.2001

(51)Int.Cl.

H01S 5/50
G02F 1/017
H01S 5/026
H01S 5/227

(21)Application number : 11-191387

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 06.07.1999

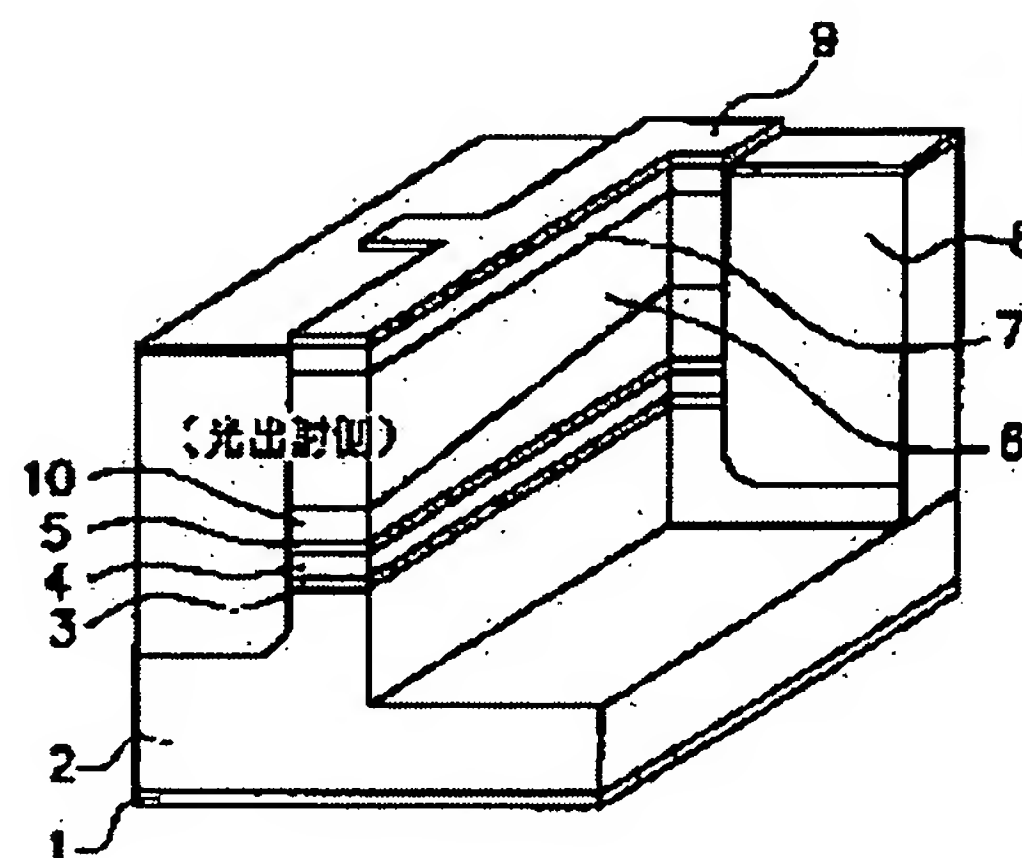
(72)Inventor : KAMIOKA HIROYUKI
TOMORI YUICHI

(54) SEMICONDUCTOR OPTICAL ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To fabricate an element having long lifetime, e.g. an optical modulator or a semiconductor laser having a modulator, by making an undoped light absorbing layer thicker on the incident side of CW light than on the emitting side of intensity modulated light.

SOLUTION: An undoped InGaAsP clad layer 3 is formed on an InP substrate 2 and an undoped InGaAsP clad layer 5 is formed on a multiple quantum well absorption layer 4 followed by formation a p-doped InP clad layer 6, a cap layer 7, an Fe-doped InP high resistance buried layer 8 and an electrode 9. An undoped layer 10 is formed between the clad layers 5, 6 and the composition of the undoped layer 10 is set between the compositions of the clad layers 5, 6. Furthermore, width and length of an waveguide are set, respectively, at 3 μm and 200 μm . When the undoped layer is introduced to the modulator part such that it is thick on the light incident side and thin on the light emitting side, concentration of light absorption current to the light incident end face part can be reduced and lifetime at the modulator part can be prolonged.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.08.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-24289
(P 2 0 0 1 - 2 4 2 8 9 A)
(43) 公開日 平成13年1月26日 (2001.1.26)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト	(参考)
H01S 5/50	630	H01S 5/50	630	2H079
G02F 1/017	503	G02F 1/017	503	5F073
H01S 5/026		H01S 5/026		
5/227		5/227		

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平11-191387	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(22) 出願日	平成11年7月6日 (1999.7.6)	(72) 発明者	上岡 裕之 東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本 電信電話株式会社内
		(72) 発明者	東盛 裕一 東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本 電信電話株式会社内
		(74) 代理人	100069981 弁理士 吉田 精孝

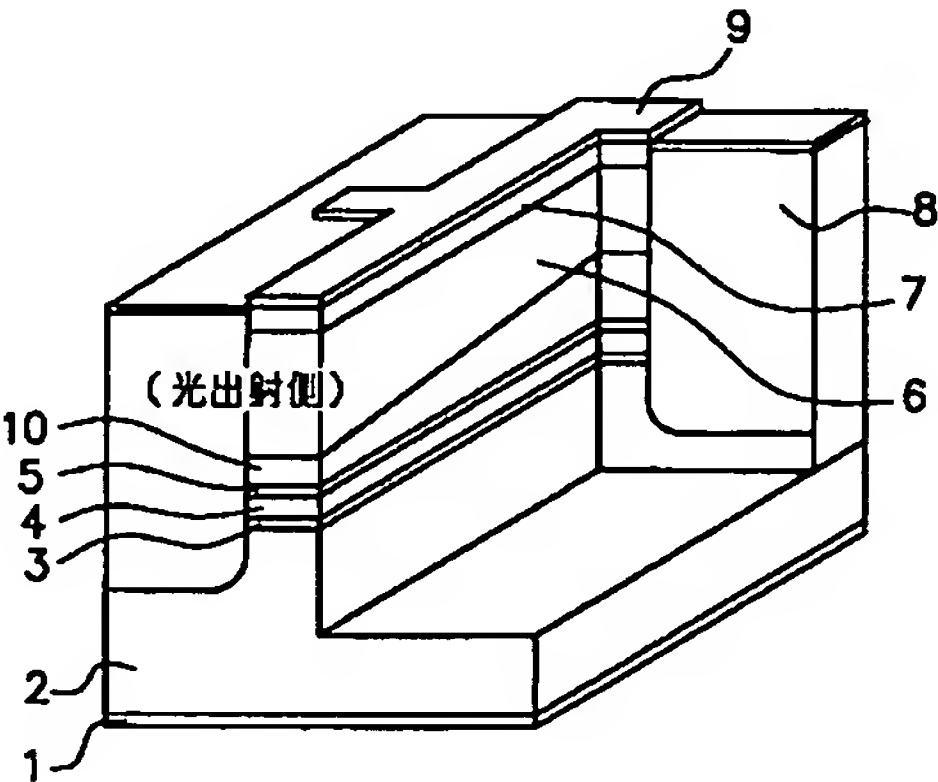
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体光素子

(57) 【要約】

【課題】 長寿命な光変調器もしくは変調器付半導体レーザー等の半導体光素子を提供すること。

【解決手段】 ノンドープ InGaAsP クラッド層 5 と p ドープ InP クラッド層 6 との間に ノンドープ層 10 を設け、該 ノンドープ層 10 の厚さを光の入射側から出射側に向かってテーパ状に薄くすることにより、光入射端面近傍での光吸収電流の集中を低減する。



- 1 : 電極
- 2 : nドープ InP
- 3 : ノンドープ InGaAsP クラッド層
- 4 : ノンドープ InGaAsP 多重量子井戸吸収層
- 5 : ノンドープ InGaAsP クラッド層
- 6 : pドープ InP クラッド層
- 7 : キャップ層
- 8 : Feドープ高抵抗埋め込み層
- 9 : 電極
- 10 : ノンドープ層

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光吸収層に印加された逆バイアス電圧の変調により、該光吸収層に入射された C W 光を強度変調光として出射する半導体光素子であって、

光吸収層にノンドープ層を隣接配置するとともに、該ノンドープ層の光吸収層における C W 光入射側の厚さが強度変調光出射側の厚さより大きいことを特徴とする半導体光素子。

【請求項 2】 半導体基板上に複数の素子を集積した半導体光素子であって、そのうちの少なくとも 1 つが請求項 1 記載の半導体光素子であることを特徴とする半導体光素子。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信に使用可能な半導体光素子、特に長寿命化が可能な光変調器とそれを集積した半導体光素子、例えば変調器付半導体レーザーに関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】光通信は高速化の方向で進展し、光変調器には 2 . 5 G b / s 以上の高速動作が要求されている。そのため、従来は光変調器にノンドープ層を導入する方法、導波路や電極面積を小さくする方法等がとられていた。

【0 0 0 3】図 1 に従来の光変調器の構造を示す。図 1 において、1 は電極、2 は n - I n P 基板である。この I n P 基板 2 上にノンドープの I n G a A s P クラッド層 3 が形成され、ノンドープの I n G a A s P 多重量子井戸吸収層 4 が形成されている。また、この上にノンドープの I n G a A s P クラッド層 5、p ドープの I n P クラッド層 6、p ドープのキャップ層 7 が形成されている。また、8 は F e ドープ I n P 高抵抗埋め込み層、9 は電極である。

【0 0 0 4】次に、上記変調器の動作について説明する。電極 1 と電極 9 との間に逆バイアス電圧を印加すると、多重量子井戸吸収層 4 に逆バイアス電圧がかかり、変調器に入射した光は量子閉じ込めシュタルク効果により吸収され、分かれた電子とホールは光電流として外部回路を流れる。このようにして、上記変調器は電圧印加により光の変調が行える。

【0 0 0 5】また、図 2 に従来の変調器付半導体レーザーの構造を示す。図 2 において、2 1 は電極であり、2 2 は n - I n P 基板である。

【0 0 0 6】変調器の部分では、この I n P 基板 2 2 上にノンドープの I n G a A s P クラッド層 2 3 が形成され、ノンドープの I n G a A s P 多重量子井戸吸収層 2 4 が形成されている。また、この上にノンドープの I n G a A s P クラッド層 2 5、p ドープの I n P クラッド層 2 6、キャップ層 2 7 が形成されている。また、2 8 は F e ドープ I n P 高抵抗埋め込み層、2 9 は電極であ

る。なお、変調器部分の光出射端面には反射防止膜が施されている。

【0 0 0 7】半導体レーザーの部分では、I n P 基板 2 2 上に I n G a A s P 多重量子井戸活性層 3 1、p ドープの I n P クラッド層 2 6、回折格子 3 2 が形成されている。なお、レーザー部分の片側露出端面には高反射膜が施されている。

【0 0 0 8】なお、この半導体レーザーに集積された変調器の動作も、上記と同様である。

【0 0 0 9】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の構造の場合、多重量子井戸光吸収層には逆バイアス印加時に電圧が均一に加わり、光の密度の高い入射端面近傍に光吸収電流が集中し、この光吸収電流の微小領域への集中が変調器の劣化を早めるという問題があった。

【0 0 1 0】そこで、本発明は、このような問題を解決し、長寿命な光変調器もしくは変調器付半導体レーザー等の半導体光素子を提供することを目的とする。

【0 0 1 1】

【課題を解決するための手段】本発明に係わる素子は、基板上に半導体結晶成長技術、プロセス技術を基に作製された半導体光素子であり、特に以下の特徴を備えたものである。

【0 0 1 2】即ち、光吸収層に印加された逆バイアス電圧の変調により、該光吸収層に入射された C W 光を強度変調光として出射する半導体光素子であって、光吸収層にノンドープ層を隣接配置するとともに、該ノンドープ層の光吸収層における C W 光入射側の厚さが強度変調光出射側の厚さより大きいことを特徴とする。

【0 0 1 3】また、半導体基板上に複数の素子を集積した半導体光素子であって、そのうちの少なくとも 1 つが前述した半導体光素子であることを特徴とする。

【0 0 1 4】本発明によれば、光変調器あるいは変調器付半導体レーザーの変調器部分にノンドープ層を導入し、さらにその厚さを光入射側で厚く、出射側で薄くすることにより、光入射端面部への光吸収電流の集中を低減できる。

【0 0 1 5】

【発明の実施の形態】〔実施の形態 1〕図 3 は本発明の第 1 の実施の形態を示す光変調器の構造図である。図中、図 1 と同一構成部分は同一符号をもって表す。即ち、1 は電極、2 は n - I n P 基板である。この I n P 基板 2 上にノンドープの I n G a A s P クラッド層 3 が形成され、多重量子井戸吸収層 4 が形成され、この上にノンドープの I n G a A s P クラッド層 5 が形成されている。また、6 は p ドープの I n P クラッド層、7 はキャップ層、8 は F e ドープ I n P 高抵抗埋め込み層、9 は電極である。

【0 0 1 6】ここで、クラッド層 5 と 6 との間にノンド

ープ層 10 を有し、ノンドープ層 10 の組成はクラッド層 5 と 6 の組成の間である。また、導波路幅は $3\ \mu\text{m}$ 、長さは $200\ \mu\text{m}$ である。

【0017】次に、この光変調器の製造方法を説明する。n-InP 基板 2 の上に、ノンドープの InGaAsP クラッド層 3 ($0.3\ \mu\text{m}$)、多重量子井戸吸収層 4 (井戸数 14)、ノンドープの InGaAsP クラッド層 5 ($0.3\ \mu\text{m}$) を積層した後、ノンドープ層 10 を形成する。ノンドープ層 10 は InP 組成を有し、ここではテーパ状に厚さが変化しており、入射側の厚さは $0.15\ \mu\text{m}$ 、出射側の厚さは $0.07\ \mu\text{m}$ である。この上に、p ドープの InP クラッド層 6 ($1.5\ \mu\text{m}$) を積層する。その後、ドライエッチングとウェットエッチングを用いて、導波路の幅を $3\ \mu\text{m}$ にエッチングし、両側を Fe ドープ InP 層 8 で埋め込む。

【0018】なお、多重量子井戸吸収層 4 は、井戸層は InGaAsP、InGaAs、InAsP のいずれでもかまわず、障壁層は InGaAsP、InAlAs のいずれでもかまわない。

【0019】〔実施の形態 2〕図 4 は本発明の第 2 の実施の形態を示す光変調器の構造図である。図中、図 1 と同一構成部分は同一符号をもって表す。即ち、1 は電極、2 は n-InP 基板である。この InP 基板 2 上にノンドープの InGaAsP クラッド層 3 が形成され、多重量子井戸吸収層 4 が形成され、この上にノンドープの InGaAsP クラッド層 5 が形成されている。また、6 は p ドープの InP クラッド層、7 はキャップ層、8 は Fe ドープ InP 高抵抗埋め込み層、9 は電極である。

【0020】ここで、クラッド層 5 と 6 との間にノンドープ層 11 を有し、ノンドープ層 11 の組成はクラッド層 5 と 6 の組成の間である。また、導波路幅は $3\ \mu\text{m}$ 、長さは $200\ \mu\text{m}$ である。

【0021】次に、この光変調器の製造方法を説明する。n-InP 基板 2 の上に、ノンドープの InGaAsP クラッド層 3 ($0.3\ \mu\text{m}$)、多重量子井戸吸収層 4 (井戸数 14)、ノンドープの InGaAsP クラッド層 5 ($0.3\ \mu\text{m}$) を積層した後、ノンドープ層 11 を形成する。ノンドープ層 11 は InP 組成を有し、ここでは光入射面から $50\ \mu\text{m}$ の位置で厚さが変化しており、入射側から $50\ \mu\text{m}$ の位置までの厚さは $0.15\ \mu\text{m}$ 、 $50\ \mu\text{m}$ の位置から出射端面までの厚さは $0.07\ \mu\text{m}$ である。この上に、p ドープの InP クラッド層 6 ($1.5\ \mu\text{m}$) を積層する。その後、ドライエッチングとウェットエッチングを用いて、導波路の幅を $3\ \mu\text{m}$ にエッチングし、両側を Fe ドープ InP 層 8 で埋め込む。

【0022】なお、多重量子井戸吸収層 4 は、井戸層は InGaAsP、InGaAs、InAsP のいずれでもかまわず、障壁層は InGaAsP、InAlAs の

いずれでもかまわない。

【0023】〔実施の形態 3〕図 5 は本発明の第 3 の実施の形態を示す光変調器の構造図である。図中、図 1 と同一構成部分は同一符号をもって表す。即ち、1 は電極、2 は n-InP 基板である。この InP 基板 2 上にノンドープの InGaAsP クラッド層 3 が形成され、多重量子井戸吸収層 4 が形成され、この上にノンドープの InGaAsP クラッド層 5 が形成されている。また、6 は p ドープの InP クラッド層、7 はキャップ層、8 は Fe ドープ InP 高抵抗埋め込み層、9 は電極である。

【0024】ここで、クラッド層 5 と 6 との間にノンドープ層 12 を有し、ノンドープ層 12 の組成はクラッド層 5 と 6 の組成の間である。また、導波路幅は $3\ \mu\text{m}$ 、長さは $200\ \mu\text{m}$ である。

【0025】次に、この光変調器の製造方法を説明する。n-InP 基板 2 の上に、ノンドープの InGaAsP クラッド層 3 ($0.3\ \mu\text{m}$)、多重量子井戸吸収層 4 (井戸数 14)、ノンドープの InGaAsP クラッド層 5 ($0.3\ \mu\text{m}$) を積層した後、ノンドープ層 12 を形成する。ノンドープ層 12 は InP 組成を有し、ここでは光入射面から $50\ \mu\text{m}$ の位置までテーパ状に厚さが変化しており、入射面の厚さは $0.15\ \mu\text{m}$ で $50\ \mu\text{m}$ の位置までの厚さは薄くなり、 $50\ \mu\text{m}$ の位置の厚さは $0.07\ \mu\text{m}$ 、 $50\ \mu\text{m}$ の位置から出射端面までの厚さは均一で $0.07\ \mu\text{m}$ である。この上に、p ドープの InP クラッド層 6 ($1.5\ \mu\text{m}$) を積層する。その後、ドライエッチングとウェットエッチングを用いて、導波路の幅を $3\ \mu\text{m}$ にエッチングし、両側を Fe ドープ InP 層 8 で埋め込む。

【0026】なお、多重量子井戸吸収層 4 は、井戸層は InGaAsP、InGaAs、InAsP のいずれでもかまわず、障壁層は InGaAsP、InAlAs のいずれでもかまわない。

【0027】〔実施の形態 4〕図 6 は本発明の第 4 の実施の形態を示す変調器付半導体レーザーの構造図である。図中、図 2 と同一構成部分は同一符号をもって表す。即ち、21 は電極、22 は n-InP 基板である。

【0028】変調器の部分では、この InP 基板 22 上にノンドープの InGaAsP クラッド層 23 が形成され、ノンドープの InGaAsP 多重量子井戸層吸収層 24 が形成され、この上にノンドープの InGaAsP クラッド層 25 が形成されている。また、26 は p ドープの InP クラッド層、27 はキャップ層、28 は Fe ドープ InP 高抵抗埋め込み層、29 は電極である。なお、変調部分の光出射端面には反射防止膜が施されている。

【0029】半導体レーザー部分では、InP 基板 22 上に InGaAsP 多重量子井戸活性層 31、p ドープの InP クラッド層 26、回折格子 32 が形成されてい

る。なお、レーザー部分の片側露出端面には高反射膜が施されている。

【0030】ここで、変調器部分のクラッド層25と26の間にノンドープ層33を有し、ノンドープ層33の組成はクラッド層25と26の組成の間である。また、導波路幅はレーザー部分も変調器部分も2 μ m、長さは変調器部分で200 μ m、レーザー部分で400 μ mである。

【0031】次に、この変調器付半導体レーザーの製造方法を説明する。n-InP基板22上に、井戸層と障壁層とからなるInGaAsP多重量子井戸活性層31（8周期）を形成した後、レーザー部分以外の領域を選択的にエッチング除去する。そして変調器の多重量子井戸吸収層24（14周期）とノンドープ層33を成長させる。この時、ノンドープ層33はレーザー側に向かって厚みが増すように成長させる。ここでは、出射端面での厚さは0.07 μ mで、レーザー側では0.15 μ mである。

【0032】次に、レーザー部分に干涉露光法により回折格子32を形成した後、pドープのInPクラッド層26を形成する。次に、エッチングにより断面がメサ形状になるように側面を除去し、ここにFeドープした半絶縁性InPを用いて埋め込み平坦化（28）し、表面の所定の部分に電極29を形成する。

【0033】なお、変調器部分の多重量子井戸吸収層24は、井戸層はInGaAsP、InGaAs、InAsPのいずれでもかまわず、障壁層はInGaAsP、InAlAsのいずれでもかまわない。

【0034】〔実施の形態5〕図7は本発明の第5の実施の形態を示す変調器付半導体レーザーの構造図である。図中、図2と同一構成部分は同一符号をもって表す。即ち、21は電極、22はn-InP基板である。

【0035】変調器の部分では、このInP基板22上にノンドープのInGaAsPクラッド層23が形成され、ノンドープのInGaAsP多重量子井戸層吸収層24が形成され、この上にノンドープのInGaAsPクラッド層25が形成されている。また、26はpドープのInPクラッド層、27はキャップ層、28はFeドープInP高抵抗埋め込み層、29は電極である。なお、変調器部分の光出射端面は反射防止膜が施されている。

【0036】半導体レーザー部分では、InP基板上22にInGaAsP多重量子井戸活性層31、pドープのInPクラッド層26、回折格子32が形成されている。なお、レーザー部分の片側露出端面には高反射膜が施されている。

【0037】ここで、変調器部分のクラッド層25と26の間にノンドープ層34を有し、ノンドープ層34の組成はクラッド層25と26の組成の間である。また、導波路幅はレーザー部分も変調器部分も2 μ m、長さは

変調器部分で200 μ m、レーザー部分で400 μ mである。

【0038】次に、この変調器付半導体レーザーの製造方法を説明する。n-InP基板22上に、井戸層と障壁層とからなるInGaAsP多重量子井戸活性層31（8周期）を形成した後、レーザー部分以外の領域を選択的にエッチング除去する。そして変調器の多重量子井戸吸収層24（14周期）とノンドープ層34を成長させる。この時、ノンドープ層34の厚さを不連続に変化させて成長させる。ここでは、出射端面から150 μ mの位置までの厚さは均一で0.07 μ m、この位置で厚みを変え、レーザー側まで均一に0.15 μ mである。

【0039】次に、レーザー部分に干涉露光法により回折格子32を形成した後、pドープのInPクラッド層26を形成する。次に、エッチングにより断面がメサ形状になるように側面を除去し、ここにFeドープした半絶縁性InPを用いて埋め込み平坦化（28）し、表面の所定の部分に電極29を形成する。

【0040】なお、変調器部分の多重量子井戸吸収層24は、井戸層はInGaAsP、InGaAs、InAsPのいずれでもかまわず、障壁層はInGaAsP、InAlAsのいずれでもかまわない。

【0041】〔実施の形態6〕図8は本発明の第6の実施の形態を示す変調器付半導体レーザーの構造図である。図中、図2と同一構成部分は同一符号をもって表す。即ち、21は電極、22はn-InP基板である。

【0042】変調器の部分では、このInP基板22上にノンドープのInGaAsPクラッド層23が形成され、ノンドープのInGaAsP多重量子井戸層吸収層24が形成され、この上にノンドープのInGaAsPクラッド層25が形成されている。また、26はpドープのInPクラッド層、27はキャップ層、28はFeドープInP高抵抗埋め込み層、29は電極である。なお、変調器部分の光出射端面には反射防止膜が施されている。

【0043】半導体レーザー部分では、InP基板22上にInGaAsP多重量子井戸活性層31、pドープのInPクラッド層26、回折格子32が形成されている。なお、レーザー部分の片側露出端面には高反射膜が施されている。

【0044】ここで、変調器部分のクラッド層25と26の間にノンドープ層35を有し、ノンドープ層35の組成はクラッド層25と26の組成の間である。また、導波路幅はレーザー部分も変調器部分も2 μ m、長さは変調器部分で200 μ m、レーザー部分で400 μ mである。

【0045】次に、この変調器付半導体レーザーの製造方法を説明する。n-InP基板22上に、井戸層と障壁層とからなるInGaAsP多重量子井戸活性層31（8周期）を形成した後、レーザー部分以外の領域を選

択的にエッチング除去する。そして変調器の多重量子井戸吸収層 24 (14 周期) とノンドープ層 35 を成長させる。この時、ノンドープ層 35 の厚さを不連続に変化させて成長させる。ここでは、出射端面から $150\mu\text{m}$ の位置までの厚さは均一で $0.07\mu\text{m}$ 、この位置からレーザー側に向かってテーパ状に厚みを増し、レーザー側で $0.15\mu\text{m}$ である。

【0046】次に、レーザー部分に干渉露光法により回折格子 32 を形成した後、p ドープの InP クラッド層 26 を形成する。次に、エッチングにより断面がメサ形状になるように側面を除去し、ここに Fe ドープした半絶縁性 InP を用いて埋め込み平坦化 (28) し、表面の所定の部分に電極 29 を形成する。

【0047】なお、変調器部分の多重量子井戸吸収層 24 は、井戸層は InGaAsP、InGaAs、InAsP のいずれでもかまわず、障壁層は InGaAsP、InAlAs のいずれでもかまわない。

【0048】上述した実施の形態では強度変調器とレーザーを集積した例を記載したが、その他の能動素子、受動素子を集積してもかまわない。また、それらをアレイ状

【0049】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、光変調器あるいは変調器付半導体レーザーの変調器部分にノンドープ層を導入し、さらにその厚さを光入射側で厚く、出射側で薄くすることにより、光入射端面への光吸収電流の集中を低減でき、光変調器あるいは変調器付半導体レーザーの変調器部分の長寿命化が実現でき

る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の光変調器の一例を示す構造図

【図 2】従来の変調器付半導体レーザーの一例を示す構造図

【図 3】本発明の半導体光素子の第 1 の実施の形態を示す光変調器の構造図

【図 4】本発明の半導体光素子の第 2 の実施の形態を示す光変調器の構造図

10 【図 5】本発明の半導体光素子の第 3 の実施の形態を示す光変調器の構造図

【図 6】本発明の半導体光素子の第 4 の実施の形態を示す変調器付半導体レーザーの構造図

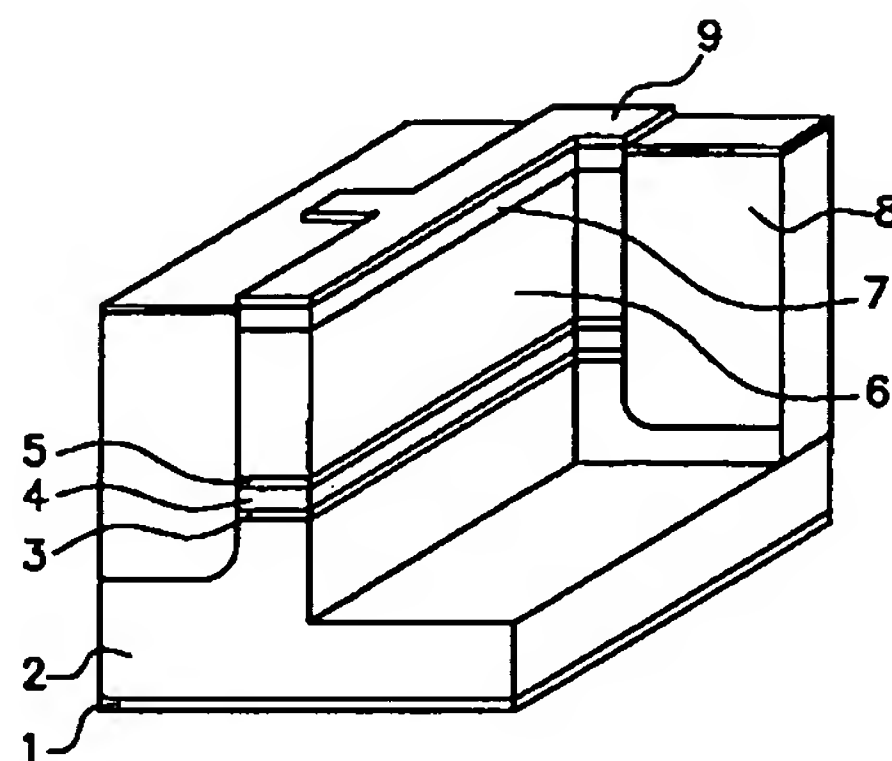
【図 7】本発明の半導体光素子の第 5 の実施の形態を示す変調器付半導体レーザーの構造図

【図 8】本発明の半導体光素子の第 6 の実施の形態を示す変調器付半導体レーザーの構造図

【符号の説明】

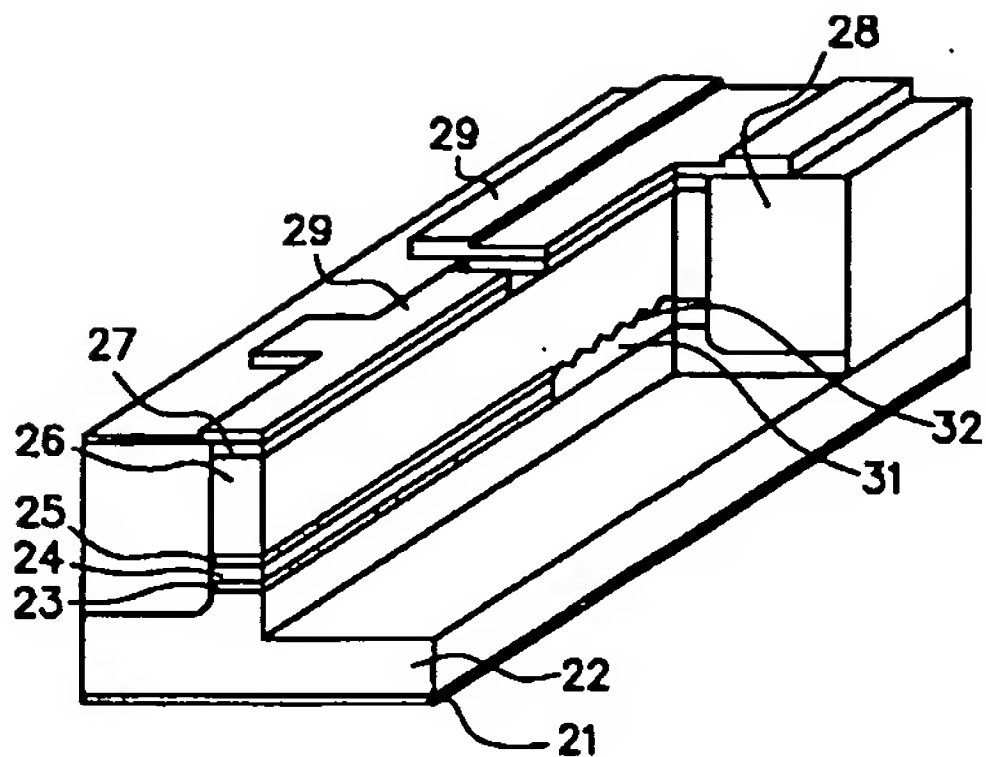
1, 9, 21, 29 : 電極、2, 22 : n ドープ InP 層、3, 23 : ノンドープ InGaAsP クラッド層、4, 24 : ノンドープ InGaAsP 多重量子井戸吸収層、5, 25 : ノンドープ InGaAsP クラッド層、6, 26 : p ドープ InP クラッド層、7, 27 : キャップ層、8, 28 : Fe ドープ InP 高抵抗埋め込み層、10, 11, 12, 33, 34, 35 : ノンドープ層、31 : InGaAsP 多重量子井戸活性層、32 : 回折格子。

【図 1】



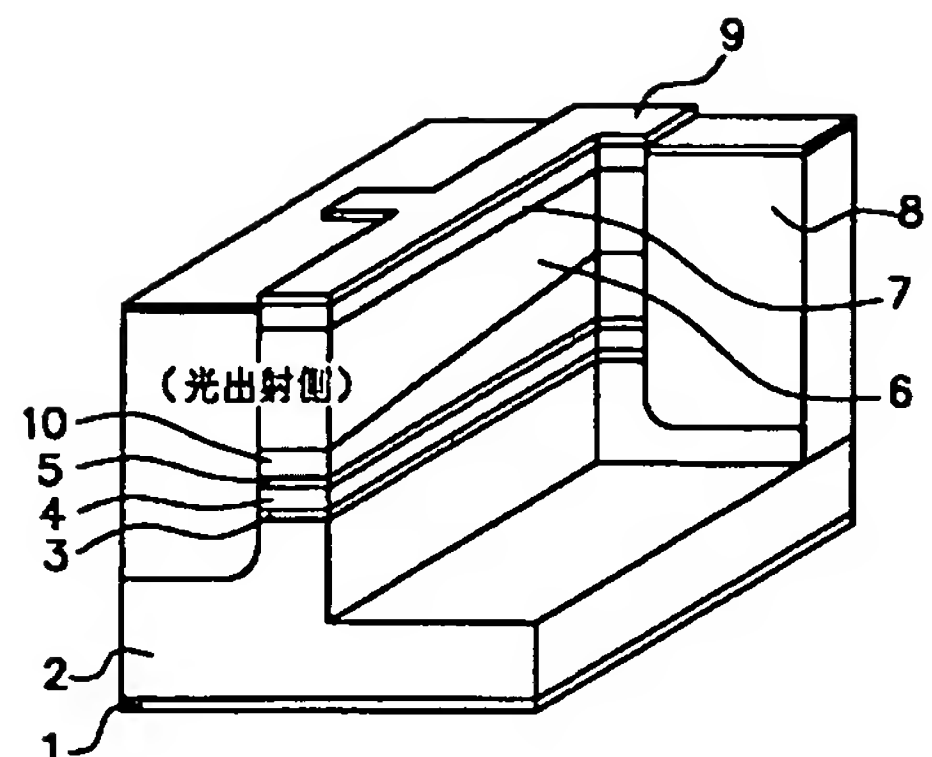
- 1 : 電極
- 2 : n ドープ InP
- 3 : ノンドープ InGaAsP クラッド層
- 4 : ノンドープ InGaAsP 多重量子井戸吸収層
- 5 : ノンドープ InGaAsP クラッド層
- 6 : p ドープ InP クラッド層
- 7 : キャップ層
- 8 : Fe ドープ高抵抗埋め込み層
- 9 : 電極

【図 2】



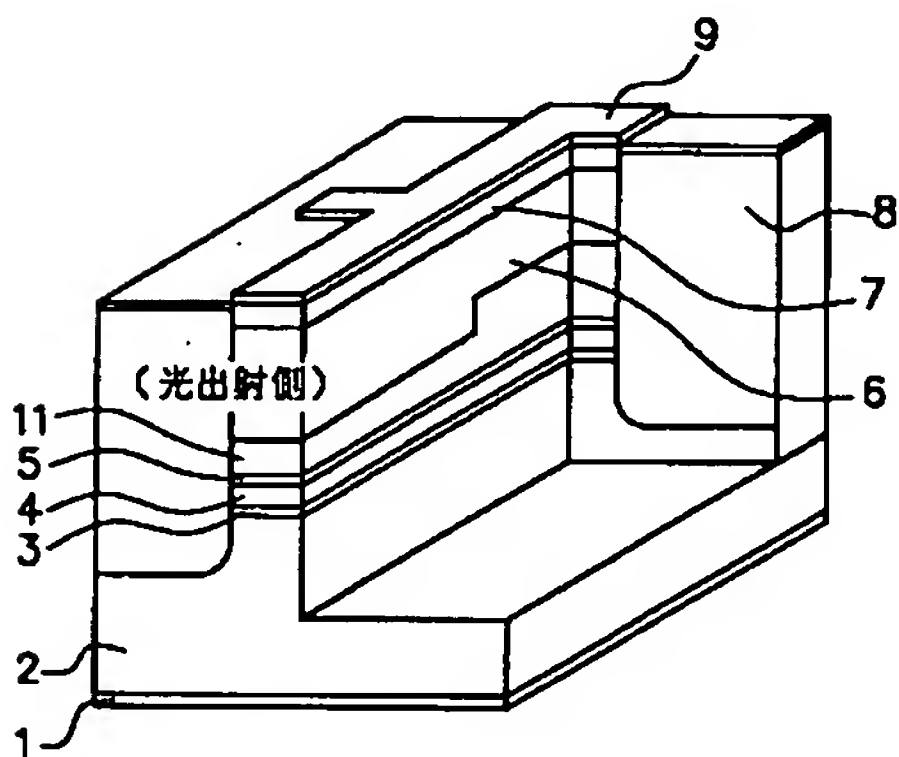
- 21: 電極
 22: n型-InP
 23: ノンドープInGaAsPクラッド層
 24: ノンドープInGaAsP多重量子井戸吸収層
 25: ノンドープInGaAsPクラッド層
 26: p型-InPクラッド層
 27: キャップ層
 28: Feドープ高抵抗埋め込み層
 29: 電極
 31: InGaAsP多重量子井戸活性層
 32: 回折格子

【図 3】



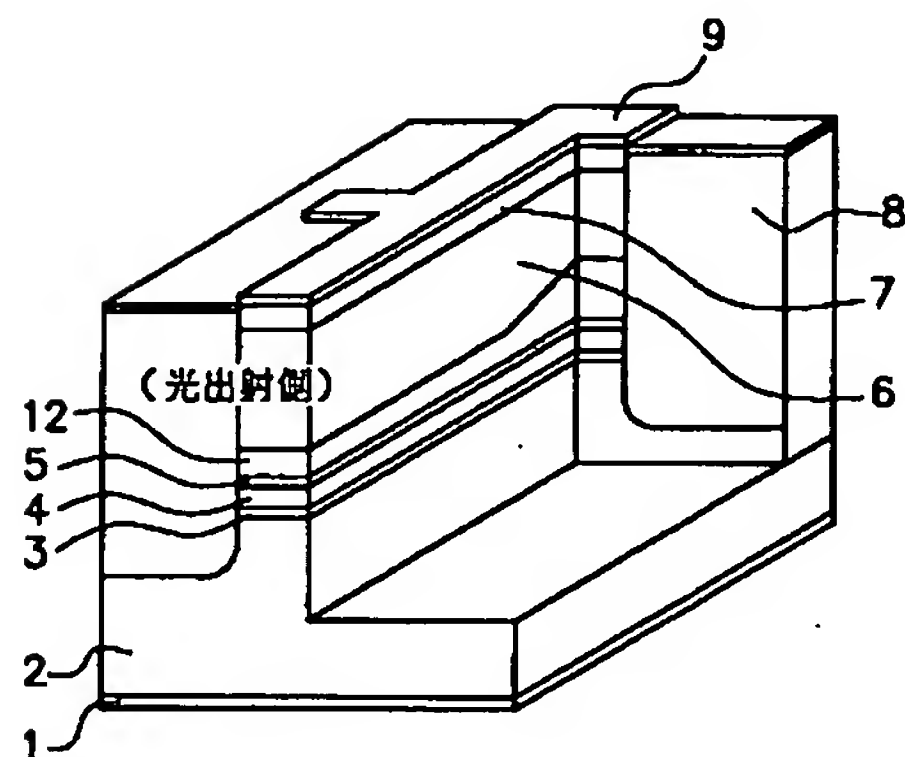
- 1: 電極
 2: n型-InP
 3: ノンドープInGaAsPクラッド層
 4: ノンドープInGaAsP多重量子井戸吸収層
 5: ノンドープInGaAsPクラッド層
 6: p型-InPクラッド層
 7: キャップ層
 8: Feドープ高抵抗埋め込み層
 9: 電極
 10: ノンドープ層

【図 4】



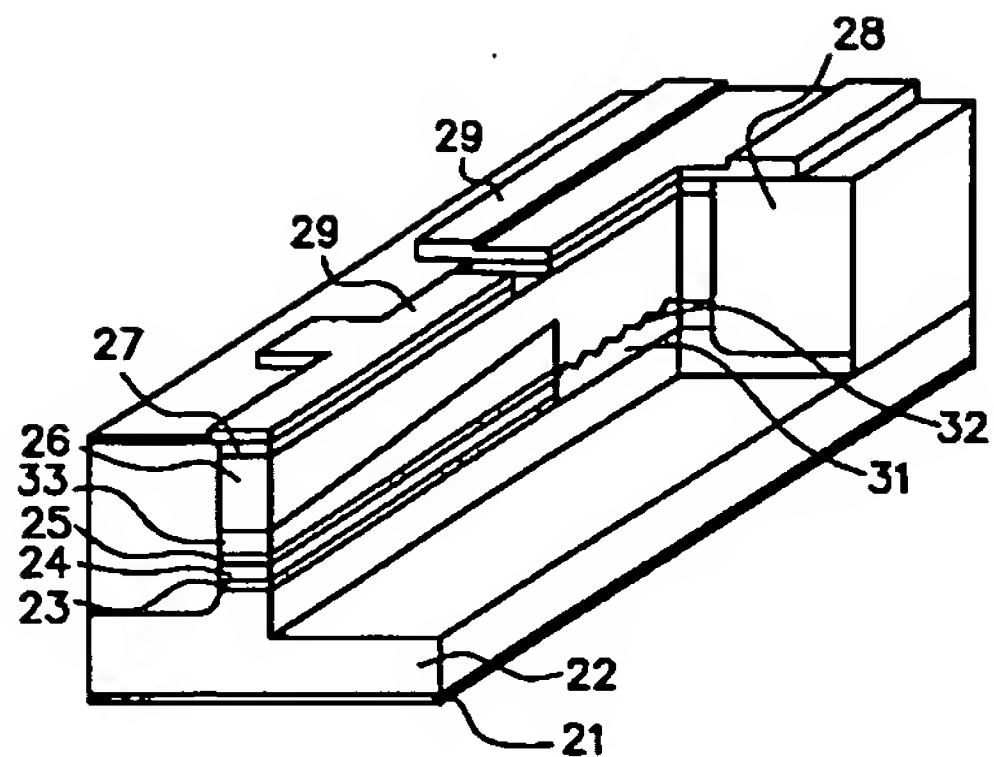
- 1: 電極
 2: n型-InP
 3: ノンドープInGaAsPクラッド層
 4: ノンドープInGaAsP多重量子井戸吸収層
 5: ノンドープInGaAsPクラッド層
 6: p型-InPクラッド層
 7: キャップ層
 8: Feドープ高抵抗埋め込み層
 9: 電極
 11: ノンドープ層

【図 5】



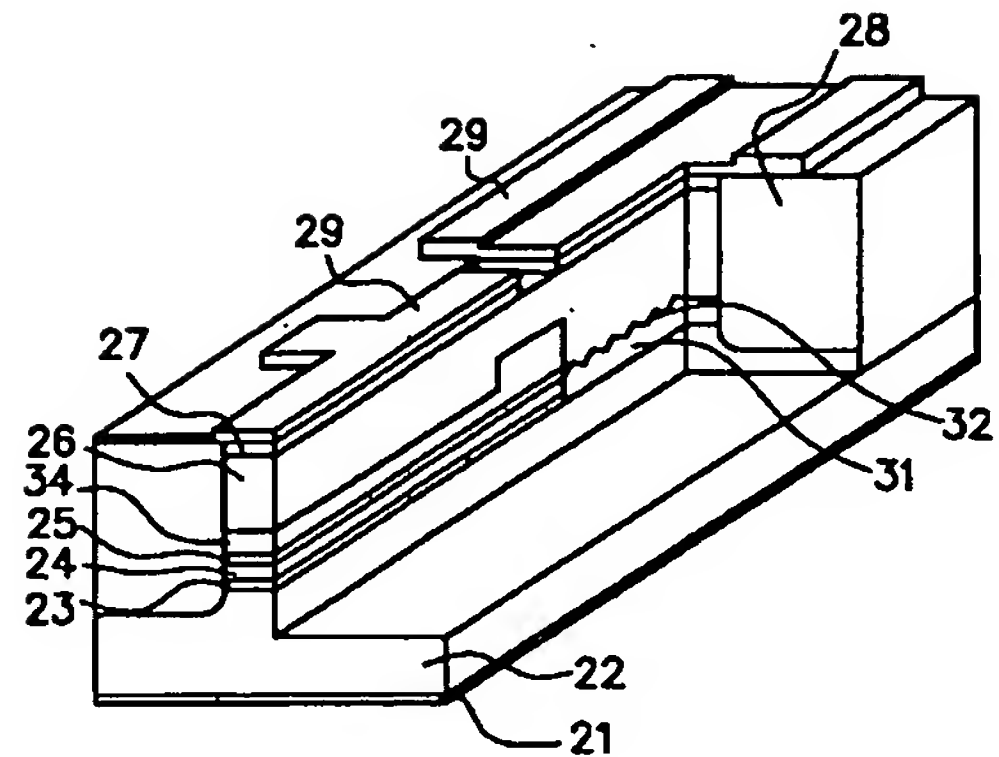
- 1: 電極
 2: n型-InP
 3: ノンドープInGaAsPクラッド層
 4: ノンドープInGaAsP多重量子井戸吸収層
 5: ノンドープInGaAsPクラッド層
 6: p型-InPクラッド層
 7: キャップ層
 8: Feドープ高抵抗埋め込み層
 9: 電極
 12: ノンドープ層

【図6】



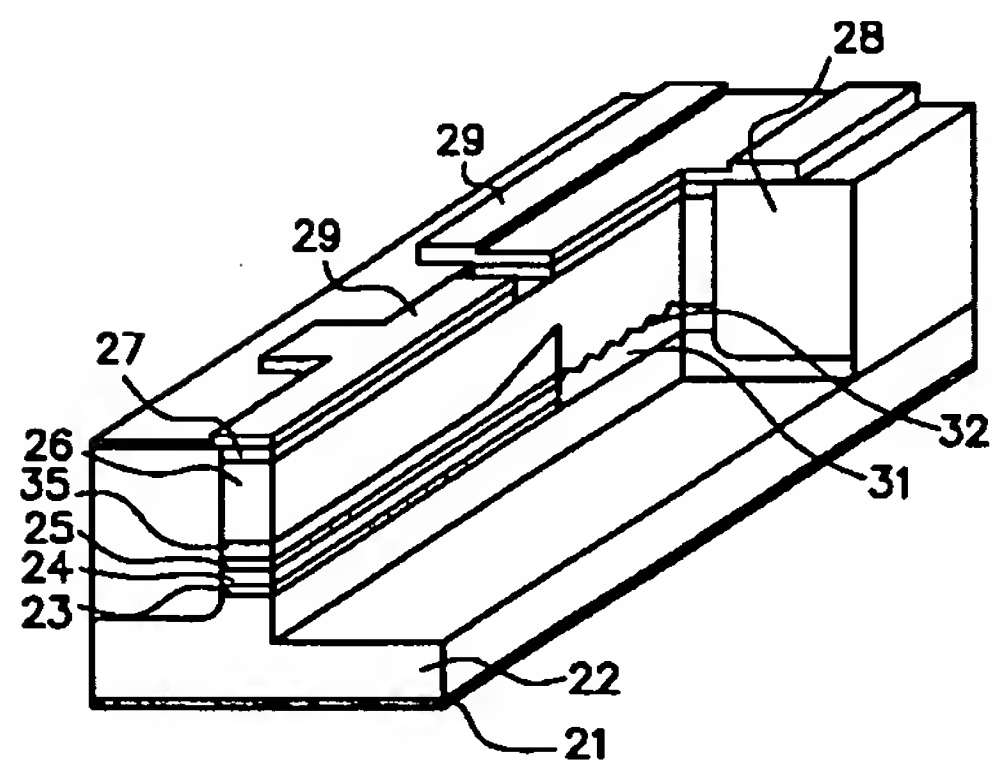
- 21: 電極
 22: nドープInP
 23: ノンドープInGaAsPクラッド層
 24: ノンドープInGaAsP多重量子井戸吸収層
 25: ノンドープInGaAsPクラッド層
 26: pドープInPクラッド層
 27: キャップ層
 28: Feドープ高抵抗埋め込み層
 29: 電極
 31: InGaAsP多重量子井戸活性層
 32: 回折格子
 33: ノンドープ層

【図7】



- 21: 電極
 22: nドープInP
 23: ノンドープInGaAsPクラッド層
 24: ノンドープInGaAsP多重量子井戸吸収層
 25: ノンドープInGaAsPクラッド層
 26: pドープInPクラッド層
 27: キャップ層
 28: Feドープ高抵抗埋め込み層
 29: 電極
 31: InGaAsP多重量子井戸活性層
 32: 回折格子
 34: ノンドープ層

【図8】



- 21: 電極
 22: nドープInP
 23: ノンドープInGaAsPクラッド層
 24: ノンドープInGaAsP多重量子井戸吸収層
 25: ノンドープInGaAsPクラッド層
 26: pドープInPクラッド層
 27: キャップ層
 28: Feドープ高抵抗埋め込み層
 29: 電極
 31: InGaAsP多重量子井戸活性層
 32: 回折格子
 35: ノンドープ層

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H079 AA02 AA13 BA01 CA05 DA16
EA07 KA18
5F073 AA22 AA42 AA64 AB12 AB21
CA12 EA28